

SEMICONDUCTOR DEVICE FITTED WITH CERAMIC HEAT-RADIATING FINS

Patent Number: JP3020067
Publication date: 1991-01-29
Inventor(s): KAWASHIMA MASAMI
Applicant(s):: TOKIN CORP
Requested Patent: ☐ JP3020067
Application Number: JP19890111167 19890429
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L23/34
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To miniaturize a device and to improve heat radiation efficiency by constituting a substrate fitted with ceramic heat radiating fins so that it may sandwich a semiconductor element from both sides of it.

CONSTITUTION: This is put in such structure that a semiconductor element 5 is sandwiched from both sides by high heat conductive ceramics, and heat radiating fins 10 are formed at one side of the ceramic, and a semiconductor element 5 is mounted directly on the smooth face of the ceramic. And the heat generated from the semiconductor element 5 is radiated in two directions from the two sides of the semiconductor element 5 directly through the ceramic. Hereby, heat radiating effect becomes large, and a semiconductor device of large output can be miniaturized as compared with the conventional structure.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-20067

⑬ Int. Cl.³

H 01 L 23/34

識別記号

C

庁内整理番号

6412-5F

⑭ 公開 平成3年(1991)1月29日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑮ 発明の名称 セラミック放熱フィン付半導体装置

⑯ 特 願 平1-111167

⑰ 出 願 平1(1989)4月29日

⑱ 発 明 者 川 島 正 実 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号 株式会社トーキン内

⑲ 出 願 人 株式会社トーキン 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

明 細 書

1 発明の名称

セラミック放熱フィン付半導体装置

2 特許請求の範囲

1. 一方の面に放熱フィンを形成し、もう一方の面には金属導体パターンが形成された絶縁性セラミック基板2個の間に、少なくとも1個の半導体素子をサンドイッチ状に挟持し、前記半導体素子の電極端子を、それぞれ前記2個の絶縁性セラミック基板の導体パターンと導通させ、しかも該セラミック基板に外部回路へ接続する所定の端子が形成してあることを特徴とするセラミック放熱フィン付半導体装置。

2. 前記絶縁性セラミック基板の少なくとも1個を、窒化アルミニウムにより形成した事の特徴とする請求項1記載のセラミック放熱フィン付半導体装置。

3. 2つの絶縁性セラミック基板の間の半導体素子

の、電極付前記絶縁性セラミック基板上に形成した導体パターンとの間にうす板の半田をおき、2つの絶縁性セラミック基板の間を決める長さのスペーサを持つ連結ボルトにより2つの絶縁性セラミック基板を固定した後、昇温して2つの絶縁性セラミック基板、半導体素子、基板上のスペーサを半田により固定したことを特徴とする請求項1、請求項2記載のセラミック放熱フィン付半導体製造装置。

3 発明の詳細な説明

イ. 発明の目的

〔産業上の利用分野〕

本発明は電力増幅を目的に使用する電力増幅回路を構成する半導体装置において、熱伝導性に優れたセラミックを用い、セラミック放熱フィンを形成したセラミックス基板と、半導体素子とを一体に構成したセラミックス放熱フィン付半導体装置に関する。

〔従来の技術〕

従来、発熱を伴うパワートランジスタ、MOSIC等の、電子機器に実装する電力増幅回路に使用される半導体素子は、金属ケースに実装し、電気絶縁材を介して熱伝導と放熱性に優れた金属のアルミニウム等を用い、作ったフィンを取り付けて、半導体装置の放熱が行なわれている。また、放熱フィンには、半導体素子の接合面側、即ちコレクタ側又はドレン側に1個取り付けられ、コレクタ側又はドレン側の一方のみへの熱伝導による放熱構造がとられている。近年、半導体素子の高性能化、高密度化の傾向が進み、それに伴い素子の単位面積当たりの発熱量も増してきており、装置を小形化する目的から放熱効率のよい半導体装置が要求されている。

従来の技術において、半導体素子より発生した熱は、有機フィルム等熱伝導性に劣る絶縁シートを介し、半導体素子を納めた金属ケースをアルミニウム等のフィンに実装しているため、放熱方向は絶縁シート側一方のみであり、介在する絶縁

シートにより熱抵抗が増加し、放熱特性が悪いという問題を有していた。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は、前記の課題に対し、半導体素子から発生する熱を、金属アルミニウムと同様な熱伝導率を有する、窒化アルミニウム、炭化珪素、酸化ベリリウムで代表される高熱伝導性セラミックにより、半導体素子を両面からサンドイッチにする構造にして、セラミック片面に放熱フィンを形成し、該セラミックの平滑な面に半導体素子を直接実装する構造とし、半導体素子より発生する熱を直接セラミックを介して半導体素子の2面より2方向に放熱させるよう構成したセラミック放熱フィン付半導体装置を提供することを目的とする。

ロ、発明の構成

〔課題を解決するための手段〕

前記目的を達成するために、本発明におけるセラミック放熱フィン付半導体装置は、発熱に伴う半導体素子を実装するための配線基板として、窒化アルミニウム、炭化珪素、酸化ベリリウム等の

高熱伝導性セラミックを用いる。

これらのセラミックは、熱伝導率が200W/mkないし270W/mk前後と、熱伝導率が240W/mk程度の金属アルミニウムとほぼ同程度の熱伝導特性を有し、しかも電気絶縁体である。これらのセラミック基板表面にそれぞれのセラミックに適するメタライズ手法により配線パターンを設け、半導体装置の実装基板とし、周辺回路と接続可能な構造とする。

本構造のセラミック放熱フィン付基板を半導体素子の両側からサンドイッチとなるように構成することにより、半導体素子より発生する熱を半導体素子両面より直接セラミック放熱フィン付基板へ逃がすことが出来るようにするものである。

即ち本発明は、

1. 一方の面に放熱フィンを形成し、もう一方の面には金属導体パターンが形成された絶縁性セラミック基板2個の間に、少なくとも1個の半導体素子をサンドイッチ状に挟持し、前記半導体素子の電極端子を、それぞれ前記2個の絶縁性セラミック基板の導体パターンと導通させ、しかも該セラ

ミック基板に外部回路へ接続する所定の端子が形成してあることを特徴とするセラミックス放熱フィン付半導体装置である。

2. 前記絶縁性セラミック基板の少なくとも1個を窒化アルミニウムにより形成した事の特徴とする請求項1記載のセラミック放熱フィン付半導体装置である。

3. 2つの絶縁性セラミック基板の間の半導体素子の電極付前記絶縁性セラミック基板上に形成した導体パターンとの間にうす板の平坦面をおき、2つの絶縁性セラミック基板を決める間の長さのスペースを持つ連結ボルトにより2つの絶縁性セラミック基板を固定した後、昇温して2つの絶縁性セラミック基板、半導体素子、基板上のスペースを平坦により固定したことを特徴とする請求項1、請求項2記載のセラミック放熱フィン付半導体製造装置である。

〔作用〕

高出力特性の半導体素子を、放熱フィンの形に加工した高い熱伝導率特性を持つ窒化アルミニウ

ム、炭化珪素、酸化ベリリウム、セラミックの面に電極パターン、並びに導体パターンを取付け、半導体素子のドレン面をセラミックの面に半田によりリフロー溶接を行い、一方半導体素子のソース電極面は、一方の放熱フィン付セラミックの上に形成したソース電極パターンに接触させ、2つの放熱フィン付セラミックは4隅に設けた連結用穴を用い、中央に半導体素子と電極パターン、半田層等の各部品の合計長さのスペーサを取付け、両側におじ取付けた連結ボルトを通し、ナットにより固定する構造のセラミック放熱フィン付半導体装置とする。従って従来のパワー用半導体装置では金属製放熱フィンとの間には電気絶縁のための樹脂製フィルムを挿入し又半導体素子と金属ケースの間の接続にモリブデン板等を用いていたのに対して、半導体素子のドレン電極、並びにソース電極は、電極パターンのみであり、高い熱伝導特性を持つ放熱フィン付セラミックに前記ドレン電極とソース電極が直接接触する構造であるので、半導体素子に発生する熱は、直接セラミックの

放熱フィンに伝達される。一方半導体素子と電極パターンは、金属棒の中央に、半導体素子、半田層、導体パターンの厚さの合計に相当する一体構造のスペーサを取り付けた連結ボルトにより組立て固定する構造であるので、半導体素子に応力による歪を与えることはない。又半導体素子の各電極パターンは、放熱フィン付セラミックの下面に導き出されており、直接基板導体に接続される構造としてある。

〔実施例〕

本発明の実施例について図面を参照し、詳細に説明する。

第1図は本発明によるセラミック放熱フィン付半導体装置の平面図であり、第2図は本発明によるセラミック放熱フィン付半導体装置の正面図であり、第3図はセラミック放熱フィン付半導体装置の半導体素子を実施した面の平面図、第4図はソース電極を取り付けたセラミック放熱フィンの平面図を示す。高い熱伝導特性を有するセラミックで作られた半導体素子を実装する窒化アルミニ

ウム放熱フィン付基板1a、1bは、本発明の実施例では粒径が $1\mu\text{m}$ 以下の窒化アルミニウム原料粉に、酸化イットリウムを3重量%添加して混合を行い、得られた混合粉末にポリブチルブチラール(PVB)をバインダーとして添加し、乾式プレス法により $1\text{ton}/\text{cm}^2$ の圧力で成形体を作る。成形体を 500°C に於て除々にバインダーを除去した後、非酸化性雰囲気中、例えば窒素ガス、又はアルゴンガス雰囲気中で 1850°C で5時間の焼結を行い、窒化アルミニウム放熱フィン付基板の焼結体ブロックを得る。放熱フィンは研削により溝10を形成する。

ついで、電極パターンを形成する面を研磨した窒化アルミニウム放熱フィン付基板1aの面に、半導体装置の電極を形成するためのドレン電極パターン2aを、窒化アルミニウム放熱フィン付基板1bの面にはソース電極パターン2cを形成する。窒化アルミニウム放熱フィン付基板に銅層を主層とするドレン電極パターン2a、ゲート電極パターン2b、ソース電極パターン2cを形成する手段は、本発明の

発明者等によりすでに出願されている昭和63年特許第21025号の手法による。

各電極パターンの構成はその概要を述べると、ニッケル無電解メッキ層を $3\mu\text{m}$ ないし $5\mu\text{m}$ 窒化アルミニウム面に形成後、電気メッキにより銅層の厚さをほぼ $100\mu\text{m}$ の厚さにメッキして形成し、銅メッキ層の上にニッケルに微量のボロンを添加した合金層を数 μm の厚さに形成し、一部に必要な応じ鉛-錫共晶半田被覆を施す。ついで第3図に示す形状にドレン電極パターン2a、ゲート電極パターン2bを、第4図に示す形状のソース電極パターン2cを設け、ドレン電極パターン2a上に本発明では静電誘導トランジスターの半導体素子5のドレン電極を接続した。

通常パワー用の半導体素子は、ドレン側にメタライズ層を形成した半導体素子をモリブデン板等によりろう付けし形成されるが、本発明ではセラミック表面に形成された電極パターンのドレン電極パターン2a上に、半導体素子底面のドレン部と同じ大きさで、厚みが $50\mu\text{m}$ の半田薄板を切断して設

置し、半導体素子の上から荷重を加えながら350℃でリフロー半田溶接を行った。

ついで、第3図に示すように半導体素子5のゲート電極4bと、セラミックの導体パターン2bの、直径50 μ mのアルミ線を用い超音波ボンディングにより接続した。尚、ドレン電極パターン2a及びゲート電極パターン2bは、本半導体装置をプリント基板等の表面に実装する際、プリント基板側の配線パターンとの接合を容易にするため、プリント基板対向面の導体パターン2a-1、2b-1、2c-1には、あらかじめ30 μ m前後の厚みで鉛-錫共晶半田メッキによる塗装を施した。一方、半導体装置のソース部に對向するソース電極パターン2cは、同様の手法にて他方の窒化アルミニウム放熱フィン付基板1bのセラミック表面に形成され、予め導体表面は30 μ m前後の鉛-錫共晶半田により被覆を施した。そして、ドレン電極パターン、接合半田層、ドレン電極パターン、半導体素子、ゲート電極パターン、ソース電極パターンの積層厚さに相当したスペーサ8aを取り付

けた連結ボルト9を用いて組立て、第1図、第2図に示すように連結ボルトの両側ボルト部分を窒化アルミニウム放熱フィン付基板四隅の連結用孔に通し、ナットにより2つの窒化アルミニウム放熱フィン付基板を連結し固定する。従って半導体素子のソース電極パターン2cに半田付け、又はろう付けを行うことなく接触のみで接続する。又このようにして形成された1組みのセラミック放熱フィン付半導体装置は、270℃でリフロー炉を通過させ半導体素子のソース電極パターン2cと導体パターン2c-1を半田接合する。最後に耐湿性を考慮して2つのセラミック放熱フィン付基板の間を被覆樹脂7より完全に覆い固化し、半導体素子、ジャンパー線、電極パターンを覆い完成する。樹脂としては日本チバガイギー株式会社製半導体チップのコーティング樹脂、XNR5100、XNH5100等を用いられればよい。

尚、本発明の実施例は窒化アルミニウムの例により説明したが、熱伝導特性に優れたセラミックである窒化アルミニウム以外の、炭化珪素、酸化

ベリリウム等を用いた組合せも、本発明と同様なセラミック放熱フィン付半導体装置を形成し得ることは当然である。又窒化アルミニウム表面に形成する金属層は、薄い銅層を例に説明したが、ニッケルメッキ、金属アルミニウムや他の金属層を形成してもよい。

ハ、発明の効果

(発明の効果)

本発明は以上に説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

半導体素子は、金属アルミニウムと同じ熱伝導特性を有し、しかも電気絶縁特性を持つ放熱フィン付セラミックに半導体素子をマウントし金属ケースを介さずに一体化した実装構造とし、半導体チップの両面に放熱フィンを構成した構造となっているため、放熱効果が極めて大きく、従来の構造に比較して大出力の半導体装置を小型化して提供できる。

以下余白

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるセラミック放熱フィン付半導体装置を示す平面図。

第2図は本発明によるセラミック放熱フィン付半導体装置を示す正面図。

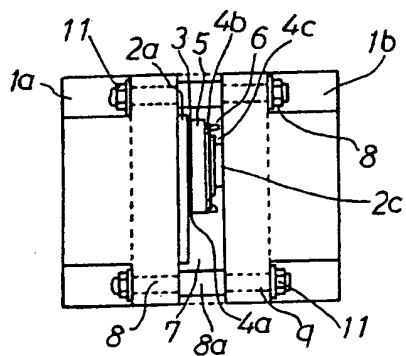
第3図は第1図における窒化アルミニウム放熱フィン付基板1aの半導体素子搭載面の平面図。

第4図はソース電極パターン形成面の平面図。

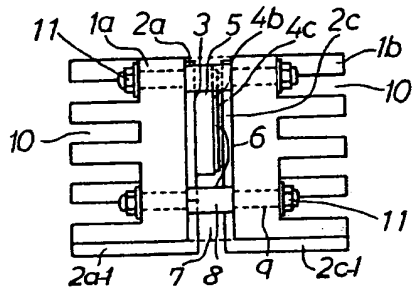
1a、1b…窒化アルミニウム放熱フィン付基板、2a…ドレン電極パターン、2b…ゲート電極パターン、2c…ソース電極パターン、2a-1、2b-1、2c-1…導体パターン、3…シリコンチップ接合半田層、4a…ドレン電極、4b…ゲート電極、4c…ソース電極、5…半導体素子、6…ジャンパー線、7…被覆樹脂、8…ナット、8a…スペーサ、9…連結ボルト、10…溝、11…ナット。

特許出願人 株式会社トーキン

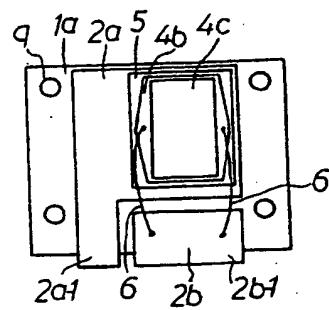
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

